



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ZOOTECNIA

**“POTENCIALIDAD DEL USO DE LA LEVADURA TORULA DESARROLLADA
SOBRE VINAZA DE DESTILERÍA PARA CERDOS EN LA ETAPA DE
CRECIMIENTO”**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTOR: DORIS PATRICIA ORDEN ROMO

RIOBAMBA – ECUADOR

2005

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. José Pazmiño
PRESIDENTE DE TRIBUNAL DE TESIS

Ing. M.C. Luis Flores
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. Freddy Proaño
BIOMETRISTA DE TESIS

Ing. M.C. Marcelo Moscoso
ASESOR DE TESIS

Fecha: _____

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a los señores miembros de mi tribunal de tesis, quienes supieron guiarme en la elaboración de esta investigación.

A la ESPOCH – FCP – EIZ, por haberme transmitido sus conocimientos la enseñanza, educación, valores y brindarme un futuro mejor para poder desempeñarme como una buena profesional.

Al instituto de Ciencia Animal (ICA) del hermano país de Cuba, por haberme dado la oportunidad de desarrollar y experimentar esta investigación a través de la conducción de los investigadores, técnicos, amigos y especialmente al departamento de alimentación de animales monogástricos de este centro.

A todos mis maestros, compañeros y amigos por compartir la mejor vivencia de la juventud.

DEDICATORIA

A Dios por ser mi luz y darme la fortaleza necesaria en la vida, para poder culminar mis estudios.

A mis queridos padres, hermanos por ser quienes me han brindado su amor, confianza, apoyo incondicional y han sabido ser mi sombra, dándome aliento y motivación con la convicción de que siempre consiga mis metas.

RESUMEN

En la Unidad Productiva Porcina del Instituto de Ciencia Animal (ICA), en el Municipio San José de las Lajas, Provincia La Habana – Cuba. Se determinaron los parámetros productivos de cerdos cruzados (Yorkshire x Landrace x Duroc) en la etapa de crecimiento, se utilizaron 24 cerdos, con un peso promedio de 25.44 Kg a 26.19 kg en donde cada animal representa una unidad experimental, bajo un Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos de niveles de levadura tórula (0, 33 y 66%) y ocho repeticiones. En la etapa de crecimiento las variables estudiadas no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos como: peso inicial, peso final, ganancia de peso total, ganancia de peso diario, consumo total de alimento, consumo de alimento MS/día, consumo total de proteína bruta, conversión alimenticia MS, conversión de la proteína, consecuentemente. Al indicador beneficio costo favoreció al tratamiento del nivel de 66 % con \$ 1.56, lo que significa que por cada dólar invertido se tiene una rentabilidad de 0.56 centavos de dólar. Por lo cual se recomienda la inclusión en dietas alimenticias a base de levadura tórula que contenga un 66 % de la proteína aportada por está como sustituto del aporte de la proteína de la soya en la alimentación de los cerdos ya que ningún nivel afectó el comportamiento productivo de los cerdos.

SUMMARY

In the productive pig unit of the Animal Science Institute (ICA), in the Municipality San José of Lajas. La province – Cuba, the productive parameters of cross-bred pigs (Yorshire x landrace x Durac) in the growth stage were determined. 24 pigs with an average weight from 25.44 to 26.19 kg, were used; each animal represents an experimental unit, under a completely at-random desing with three treatments of torulus leaven levels (0, 33 and 66%) and 8 replications. In the growth stage, the studied variables did not show any significant differences between the treatments such as initial weight, final weight, total weight gain, daily weight gain, total feed consumption, DM feed consumption /day total raw protein consumption, Ms feed conversion, and protein conversion. The bnefit-cost index enhanced the tratment of 66% with 1,56 which means that per each invested dollar there is a 0.56- USD profitability. It is recomendad the addition of leaven torulus in feeding diets, containing 66 % protein provided by it as a substitute of the soybean protein in pig feeding as the levels do not affect the pig pro ductive behaviour.

CONTENIDO

	Página
Lista de Cuadros.....	vii
Lista de Gráficos.....	viii
Lista de Anexos.....	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. GENERALIDADES DE MANEJO PRODUCTIVO DE CERDOS	3
1. <u>Nutrición y alimentación</u>	3
a. Fuentes Proteicas	4
b. Fuentes energéticas	4
c. Fuentes fibrosas	4
d. Concentrados de vitaminas y minerales	4
e. Forrajes	4
2. <u>Requerimientos Nutricionales</u>	4
3. Digestión de proteínas en el cerdo	7
4. Factores que influyen en el crecimiento	8
5. Tecnología de alimentación	8
B. LA SOYA EN EL ECUADOR	9
1. Harina de soya	10
C. QUE SON LAS LEVADURAS	12
1. Reproducción de las levaduras	13
2. Morfología	13
3. Importancia de las levaduras	14
4. Usos de la levadura	14
3. Características de la levadura tórula	15
6. Composición química de de la levadura	16
a. Vitaminas	19
b. Enzimas	20
c. Minerales	21
7. Proceso de producción de la levadura	21
C. GENERALIDADES DE LA VINAZA	22
1. Volúmenes de producción	23
2. Características generales de la vinaza	23
D. INVESTIGACIONES EN CERDOS	24
E. DIAGNOSTICO DEL IMPACTO AMBIENTAL	28
1. Posibilidades, tratamientos y/o usos más frecuentes	29
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	30
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	30
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	30
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	31
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	31
1. Esquema del Experimento	32

2.	Composición de las raciones experimentales.....	32
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES.....	34
1.	Etapas de Crecimiento.....	34
F.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia.....	34
1.	Esquema del ADEVA.....	34
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	35
1.	Descripción del Experimento.....	35
a.	De campo.....	35
b.	Etapas crecimiento.....	35
c.	Programa Sanitario.....	36
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>.....	37
A.	EFFECTO DEL NIVEL DE LEVADURA SOBRE EL COMPOR- TAMIENTO PRODUCTIVO EN CRECIMIENTO DE CERDOS.....	37
1.	<u>Pesos</u>	37
2.	Ganancias de peso.....	39
4.	<u>Consumo de proteína</u>	41
5.	<u>Conversión alimenticia</u>	41
6.	Conversión de la proteína.....	41
B.	<u>EVALUACIÓN ECONÓMICA</u>.....	44
V.	<u>CONCLUSIONES</u>.....	46
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>.....	47
VIII.	<u>LITERATURA CITADA</u>.....	48

LISTA DE CUADROS

Nº	Página	
1.	NECESIDADES NUTRICIONALES PARA CERDOS	5
2.	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES RECOMENDADOS PARA CERDOS	6
3.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SOYA	12
4.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LEVADURA TORULA	16
5.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LEVADURA TÓRULA	16
6.	COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS DE LA LEVADURA TÓRULA OBTENIDA A PARTIR DE LAS MIELES FINALES DE CAÑA	18
7.	ABSORCIÓN DE NITRÓGENO EN EL INTESTINO DELGADO DE CERDO ALIMENTADOS CON MIEL A Y HARINA DE SOYA O LEVADURA TÓRULA COMO ÚNICO SUPLEMENTO PROTEICO	19
8.	VALOR BIOLÓGICO DE LA LEVADURA TÓRULA MEDIDA EN RATAS	19
9.	COMPOSICIÓN EN VITAMINA DE LA LEVADURA TÓRULA A PARTIR DE LAS MIELES DE CAÑA	20
10.	COMPOSICIÓN MINERAL DE LA LEVADURA TÓRULA OBTENIDA A PARTIR DE MILES FINALES DE CAÑA	21
11.	COMPOSICIÓN DE LA VINAZA CONCENTRADA A 60° BRIX	23
12.	ALTOS NIVELES DE CONSUMO Y TASAS DE PRODUCCION EN CERDOS ALIMNETADOS CON LEVADURTA TORULA	24
13.	COMPORTAMIENTO DE CERDOS ALIMENTADOS CON DESPERDICIOS PROCESADOS Y MIEL "B"	26
14.	COMPORTAMIENTO DE CERDOS DE 30 A 90 kg PV. ALIMEN- TADOS AD LIBITUM CON BAJOS NIVELES DE PROTEÍNA EN DIETAS DE MIEL B Y LEVADURA TÓRULA	27
15.	EFFECTO DE ALTOS NIVELES DE PROTEÍNA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE CERDOS EN CRECIMIENTO CEBA ALIMENTADOS CON MIEL RICA Y LEVADURA TORULA	27

16.	SUPLEMENTACIÓN PROTEICA A DIETAS CON DESPERDICIOS PROCESADOS Y MIEL FINAL PARA CERDOS DE 30 A 90 kg DE PESO VIVO	28
17.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA	30
18.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	32
19.	FORMULACIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES	33
20.	APORTES DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES	33
21.	ESQUEMA DEL ADEVA	34
22.	MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN DURANTE EL ENSAYO	36
23.	EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE LA LEVADURA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO	38
24.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CERDOS EN CRECIMIENTO BAJO EL EFECTO DE DE DIFERENTES NIVELES DE LEVADURA TÓRULA EN LAS DIETAS	44

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Página
1.	Producción de soya en el ecuador 10
2.	Ganancia de peso total en cerdos en crecimiento bajo el efecto de la levadura tórula 40
3.	Conversión alimenticia total en cerdos en crecimiento bajo el efecto de la levadura tórula 43

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. PESO INICIAL EN (KG) DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO.
2. PESO FINAL EN (KG) DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO.
3. GANANCIA DE PESO TOTAL EN (KG) DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO.
4. GANANCIA DE PESO DIARIA EN (g) DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO.
5. CONVERSIÓN ALIMENTICIA MS DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO.
6. CONVERSIÓN ALIMENTICIA PB DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO.

I. INTRODUCCIÓN

La producción porcina ha experimentado un gran desarrollo en el sector agropecuario, situándose dentro de los niveles más importantes de la generación de alimentos y en muchos casos de divisas que benefician la economía de sus actores como la del país, según lo reportes del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (1998), en el Ecuador el 80 % de la actividad económica esta alrededor de la actividad petrolera, la industria y la producción agropecuaria, aunque esta producción ha sido relegada dentro de las políticas del estado. Según datos de la FAO (1993) los países en desarrollo con el 76.8% de la población mundial produjeron solamente el 33.9 % de la carne total; ocupando el primer lugar la carne de cerdo tanto a nivel mundial como en las áreas de los países desarrollados y en desarrollo en su conjunto sin embargo en América Latina que produce el 11.2% de carne a nivel mundial, el cerdo ocupa el tercer lugar.

En los actuales momentos la producción de carne tiene una limitante que es la base alimentaria, pues es conocido que los animales monogástricos compiten con el hombre en el consumo de alimentos sobre todo en el mundo actual donde se utilizan para estas especies fuentes convencionales tales como cereales y concentrados proteicos tanto de origen vegetal y animal. La alimentación balanceada de los cerdos es un aspecto muy importante y su dieta debe estar constituida por proteína, energía, minerales y las vitaminas que son vitales para un normal crecimiento, con la finalidad de satisfacer sus necesidades nutricionales que requiere el animal. Existe también el problema de que los países subdesarrollados aparentemente no poseen las condiciones climáticas, ni el desarrollo tecnológico; en nuestro país la dificultad de producir soya, hace que esta materia prima se adquiera en el mercado con costos elevados encareciendo la producción de la explotación, situación que ha permitido buscar alternativas de nuevas fuentes proteicas alimenticias con productos y subproductos, y uno de ellos es la proteína unicelular como las levaduras, constituyendo un recurso explotable y favoreciendo al consumo animal. Las levaduras se pueden obtener a partir de residuos que se producen por la elaboración de algunos productos de destilería en cantidades considerables como es la vinaza, esta materia carente

de valor comercial y sin costo alguno, dejó de ser un agente agresivo al medio ambiente al convertirse en el elemento fundamental para la elaboración de levadura. Siendo una de las materias primas necesaria para elaborar una dieta alimenticia. Hoy en día existen explotaciones porcícolas que han progresado exitosamente debido a la introducción de nuevas técnicas como, manejo de los animales alimentación, mejoramiento genético, modernización de las instalaciones y otras. Por otro lado se debe tomar en cuenta que se puede tratar de mejorar y abaratar los costos en la alimentación de los cerdos.

Por lo anotado, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos.

- Evaluar el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento (25 a 60 Kg. de peso vivo) cuando se sustituye la proteína que aporta la soya por la proteína de levadura tórula desarrollada sobre vinaza de destilería.
- Determinar el nivel óptimo de sustitución de levadura tórula de acuerdo a sus respuestas productivas de los cerdos en crecimiento.
- Determinar el costo del incremento del peso vivo cuando se utiliza la levadura tórula en comparación con la dieta tradicional maíz soya.
- Estimar la rentabilidad de los tratamientos a base de los niveles de levadura en la alimentación de cerdos, a través del indicador beneficio costo (B/C).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. GENERALIDADES DE MANEJO PRODUCTIVO DE CERDOS

Flores, J(1988). Manifiesta que el cerdo se encuentra hoy entre los animales más eficientes para producir carne; su gran capacidad y prolificidad, corto ciclo productivo y gran capacidad transformadora de nutrientes, lo hacen especialmente atractivo como fuente de alimentación, es por eso que el porcicultor de una manera eficiente y rentable satisfaga las necesidades humanas, organizando la producción de modo que resulte lo más económica posible. El manejo incluye el cuidado de los animales durante las diferentes fases de su vida. Para que permanezcan sanos y produzcan bien. En algunos países, principalmente en vías de desarrollo la explotación de cerdos es a nivel extensivo e inclusive se explotan razas con bajo valor genético y productores de grasa. A nivel de países desarrollados la explotación de cerdos se realiza a nivel semi intensivo, e intensivo con razas mejoradas tendientes a la producción de carne.

1. Nutrición y alimentación

Domínguez, P. (2001). Indica que la alimentación de los cerdos representa alrededor del 70% de los gastos en que incurre la explotación intensiva de esta especie, además su marcada influencia en el rendimiento animal, la convierte en uno de los elementos más importantes dentro de la producción porcina.

El Manual Merck, (2000). Considera que en la producción porcina moderna, las prácticas nutricionales y la formulación de dietas sintéticas cada vez son más precisas y económicas. Factores como estrés, la disponibilidad de los nutrientes o variaciones en los animales pueden exigir concentraciones mayores de algunos agentes nutritivos para obtener un rendimiento óptimo. La concentración de los ingredientes debe modificarse para evitar los desequilibrios graves los cerdos necesitan los siguientes nutrientes: agua, energía (principalmente hidratos de carbono y grasa), proteína (aminoácidos), minerales y vitaminas.

Esminger, M. (1994). Manifiesta que las necesidades energéticas en la etapa de crecimiento son altas y sobre estas necesidades influyen la edad, la función, el nivel de enfermedades, las interacciones entre los principios nutritivos, el ambiente y otros factores. Pero ningún principio nutritivo es más o menos

importante que otro porque todos son esenciales ya que cada uno desempeña una función específica en el cuerpo del animal.

a. Fuentes Proteicas

Domínguez, M. (2001). Señala que las fuentes proteicas son aquellos alimentos que individualmente tienen como mínimo 20 % de proteína bruta y no más de 8 % de fibra bruta. Existen fuentes proteicas de origen animal (Harina de carne); vegetal (Harina de soya) y microbiana (Levadura tórula).

b. Fuentes energéticas

Domínguez, M. (2001). Manifiesta que son los alimentos que tienen menos de 20 % de proteína bruta individualmente y menos del 12 % de fibra bruta. Entre las fuentes energéticas están los cereales.

c. Fuentes fibrosas

Domínguez, M. (2001). Manifiesta que las fuentes fibrosas tienen un bajo peso específico, gran volumen y en ocasiones baja materia seca. Las más frecuentes son los subproductos de cereales (salvado), harinas foliares de plantas, henos y desechos de cosechas (col, lechuga), etc.

d. Concentrados de vitaminas y minerales

Domínguez, M.(2001). Su función es aportar de forma mayoritaria las vitaminas, macros y micro elementos en la dieta de los animales.

e. Forrajes

Domínguez, M (2001) Manifiesta que los forrajes presentan una gran utilidad en las diferentes categorías porcinas, principalmente por el aporte de algunos elementos activos que influyen positivamente sobre el metabolismo animal, constituyen fuentes de vitaminas y minerales que de forma natural se encuentran en estos.

2. Requerimientos Nutricionales

Domínguez, M. (2001). Manifiesta que al hablar de requerimientos nutricionales debemos tener en cuenta que existen diferentes tablas de las cuales la más conocida es la del National Research Council (NRC). Todos los requerimientos se

han determinado bajo diferentes condiciones de alimentación, cruzamiento racial y tenencia de los animales, por lo que no coinciden unos con otros. Dado que existen factores que influyen en las necesidades de nutrientes, las recomendaciones dietéticas específicas son aplicables tan solo a una reunión de condiciones. Por consiguiente, deben aplicarse teniendo en cuenta las condiciones reales existentes en cada granja. Requerimientos nutricionales de cerdos en crecimiento alimentados ad libitum 90% MS (cuadro 1).

Cuadro 1. NECESIDADES NUTRICIONALES PARA CERDOS

DETALLE	VALORES	
	20 - 50	50 - 80
Rango de peso, kg		
Consumo de alimento estimado, g/día	1855	2575
Proteína bruta, %	18.0	15.5
Energía digestible, Mj/kg	14.2	14.2
Consumo estimado de Proteína bruta, g/día	334	399
Consumo de Energía digestible, Mj/día	26.34	36.56
Fuente: NRC, (1998)		

Cuadro 2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES RECOMENDADOS PARA CERDOS

COMPONENTES			
AMINOÁCIDOS (%)		OLIGOMINERALES (mg)	
Arginina	0.37	Cobre	4.00
Histidina	0.30	Yodo	0.14
Isoleucina	0.51	Hierro	60.0
Leucina	0.90	Manganeso	2.00
Lisina	0.95	Selenio	0.15
Metionina	0.25	Zinc	60.0
Metionina + Cistina	0.54	VITAMINAS LIPOSOLUBLES (UI)	
Fenilalanina	0.55	Vitamina A	1300
Fenilalanina + Tirosina	0.87	Vitamina D	150
Treonina	0.61	Vitamina E	11
Triptófano	0.17	Vitamina K mg	0.50
Valina	0.64	VITAMINAS HIDROSOLUBLES (mg)	
MACRO MINERALES (%/kg)		Biotina	0.30
Calcio	0.60	Colina	0.30
Fósforo total	0.50	Folacina	10.0
Fósforo aprovechado	0.23	Niacina asimilable	8.0
Sodio	0.10	A. Pantoténico	2.5
Cloro	0.08	Vitamina B ₆	1.0
Magnesio	0.04	Vitamina B ₁₂	10.0
Potasio	0.23	Ácido Linoleico (%)	0.10

Fuente: NRC (1998)

3. Digestión de proteínas en el cerdo

Cárdenas, I. (1984). Explica que, la digestión constituye una fase preliminar necesaria para la asimilación de los alimentos por los animales y sólo una pequeña porción de los nutrientes se encuentra en forma apropiada para ser absorbida directamente por el organismo como; el agua, sales minerales, vitaminas y algún carbohidrato simple como la glucosa. El resto de los demás componentes de las dietas proteínas, lípidos y azúcares complejos, han de ser llevados hasta unidades más sencillas para poder ser absorbidos por el animal. Uno de los principales constituyentes de una dieta es la proteína, cuya hidrólisis se lleva a cabo, fundamentalmente, en los monogástricos, en el estómago e intestino delgado, donde tiene este último la mayor incidencia.

Cárdenas, I. (1984). Manifiesta que las proteínas de la dieta son primeramente atacadas por la pepsina proveniente del pepsinógeno de las secreciones gástricas. La pepsina actúa en condiciones de acidez extrema en las regiones fúndica y pilórica del estómago y comienza el rompimiento inespecífico de las proteínas hasta péptidos largos. Cuando el contenido del estómago pasa al intestino delgado, el pH se incrementa por el jugo pancreático, la bilis y las secreciones de la pared intestinal, y se producen condiciones donde las proteínas y péptidos largos serán atacados por enzimas pancreáticas solamente; de estas, la tripsina, quimo tripsina y la elastasa continúan el rompimiento para dar pequeños péptidos, los cuales, por acción de las carboxipeptidasas, se transforman en aminoácidos y péptidos más pequeños sobre los que actúan aminopeptidasas producidas por la mucosa del intestino delgado para dar aminoácidos libres, los cuales son absorbidos por la superficie de la mucosa intestinal, la que puede absorber también péptidos pequeños que son hidrolizados intracelularmente. También son producidas por el páncreas enzimas nucleasas, desoxirribonucleasas y ribonucleasas que tienen la función de hidrolizar los ácidos nucleicos hasta sus mononucleótidos individuales. En el cerdo estas enzimas son producidas en cantidades intermedias entre las que elaboran los rumiantes y otro grupo de animales con digestión semejante a los rumiantes, y revisten gran importancia en el caso de que el animal sea alimentado con dietas a base de levadura como suplemento proteico, ya que poseen niveles ácidos nucleicos ,

aproximadamente, en un 10 %. Los aminoácidos resultantes de la digestión de proteínas pasan a través de las células mucosales del intestino delgado a la sangre portal, aunque esta no era la única forma en que los aminoácidos abandonaban las células mucosales y sugirió que una fracción sustancial de los aminoácidos absorbidos pasa de las células mucosales hacia la linfa intestinal. No obstante, el nivel de los aminoácidos en sangre portal refleja el grado de absorción y ha sido empleado para determinar la cuantía de la digestión de las proteínas. En el intestino grueso hay una considerable desaminación de los aminoácidos por acción de las bacterias presentes en éste. Los productos de la descomposición de dichos aminoácidos no son accesibles al cerdo y aparecen como nitrógeno urinario. Durante el pasaje del alimento a través del tracto gastrointestinal, cantidades considerables de nitrógeno endógeno son añadidas, provenientes de las secreciones digestivas y descamación de las células de la mucosa.

4. Factores que influyen en el crecimiento

Borlijn, J. (1985). Indica que los factores que influyen en el crecimiento y el consumo y que afectan directamente la conversión alimenticia son:

- Aptitud para la engorda
- Salud de los animales
- Calidad de la alimentación
- Condiciones de los alojamientos
- Manejo de los animales.

5. Tecnología de alimentación

Domínguez, P. (2001). Manifiesta las técnicas que se orientarán a continuación para la alimentación del ganado porcino, deben ser consideradas como una guía para el trabajo, pues se debe recordar que la alimentación porcina, además de una técnica es un arte, y estará en dependencia de las condiciones casuísticas de cada animal. Por tanto, no son reglas rígidas sino flexibles y constituyen una guía para el cálculo del balance alimentario. Para la correcta elaboración de una tecnología de alimentación se debe tener en cuenta:

- Conocer el consumo y tipo de alimentos que recibe cada animal en cada ración, de acuerdo con su edad, peso y estado fisiológico, basado en los requerimientos.
- Los horarios e intervalos entre raciones.
- La forma de suministro, para garantizar que cada animal reciba el per. cápita que le corresponde.
- La garantía del agua de beber durante las 24 horas del día, para todas las categorías.
- En los comederos lineales se garantizará, que el pienso se distribuya uniformemente a lo largo de todo el comedero.
- En el caso de los comederos tolvas, el tamaño del grupo en la categoría que se utilice será el recomendado por el fabricante.

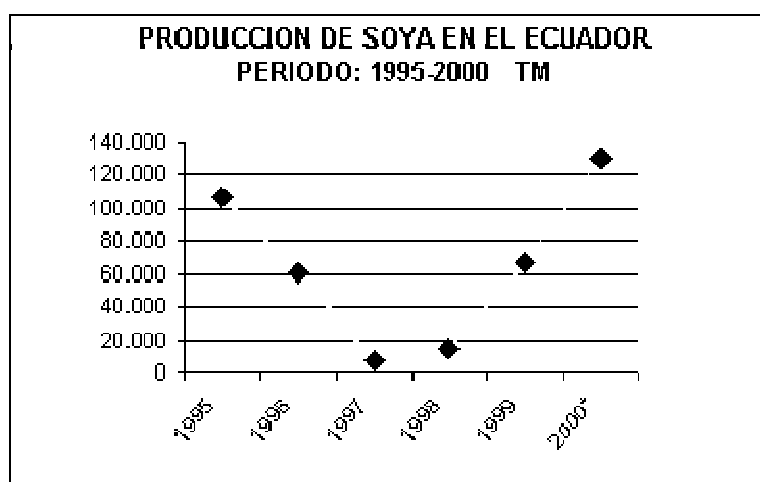
A. LA SOYA EN EL ECUADOR

http://www.sica.gov.ec/cadenas/soya/docs/entorno/nternacional_soya.html(2002).

Explica que debido a la presencia de plagas, especialmente la denominada mosca blanca, el problema de la producción de grano de soya se inicia a partir de 1995, con un volumen de 107.000 tm significativamente inferior a los años precedentes, en los cuales se obtuvieron volúmenes superiores a las 145.000 tm. En los años 1996, 1997 y 1998, la producción se reduce a 61.000, 7000 y 15000 tm respectivamente, complicándose este panorama, por factores de orden climático, específicamente el fenómeno de el niño. Para 1999 y 2000 se observa una ligera recuperación, a pesar de que para este último año, la situación nuevamente es adversa por la incidencia de otras plagas. Para solventar esta caída de la producción interna, las industrias han recurrido a las importaciones de pasta de soya, a fin de asegurar el abastecimiento interno se muestra en el (grafico 1). Si bien es cierto que la superficie cultivada se mantiene en alrededor de 80.000 has, hasta 1995, ésta decrece sustancialmente para los años subsiguientes, llegando incluso hasta las 5.000 has en 1997. Sin embargo, al darse una mejora de las condiciones climáticas y estímulos de precios al

productor, el área cultivada se incrementa hasta las 42.000 has, en 1999 y a 70.000 has, en el 2000.

<http://www.sica.gov.ec/cadenas/soya/html>, (2000). Reporta que en términos productivos, la soya nacional tiene rendimientos que fluctúan entre 1.8 y 1.9 TM/ha. A nivel mundial, los rendimientos promedios son de 2.2 TM/ha en EE.UU. son de 2.6 TM/ha y en Argentina y Bolivia son superiores a 2.2 TM/ha. Es decir, que los rendimientos en Ecuador son alrededor de un 20% inferior a los de la media internacional y a los de nuestros principales competidores en el futuro. Este es un reto para la investigación y la transferencia de tecnología.



FUENTE: MAG/P-SICA, (2000)

Gráfico 1. Producción de soya en el Ecuador

1. Harina de soya

Donald, P. et al (1993). Manifiesta que las semillas de soja contienen entre 160 y 210 g de aceite/Kg, que suele extraerse mediante solventes; la harina residual contiene, aproximadamente, 10 g de grasa/kg. La harina de soja está considerada como una de las mejores fuentes de proteína de que se dispone para la alimentación animal. La proteína contiene todos los aminoácidos esenciales, aunque las cantidades de cistina y metionina son sub-óptimas. El primer aminoácido limitante es la metionina, lo que puede resultar muy importante en las raciones de alta energía. La harina de soja contiene una serie de sustancias tóxicas, estimulantes e inhibidoras, entre las cuales se encuentran factores

alérgenos, bociógenos y anticoagulantes. En nutrición, tienen especial importancia los inhibidores de las proteasas, de los que se han identificado seis diferentes. Dos de ellos, el factor antitripsina de Kunitz, y el inhibidor de la quimo tripsina de Bowman-Birk, tienen importancia práctica. Los inhibidores de las proteasas son responsables, en parte, del retraso del crecimiento provocado por la administración de soja cruda o harina de soja sin tostar. El efecto se ha atribuido a la inhibición de la digestión de las proteínas, aunque existen pruebas de que la hiperactividad del páncreas, que determina la destrucción de metionina, también puede tener importancia. Otra sustancia que colabora en el retraso del crecimiento es una hemaglutinina, que puede aglutinar los hematíes de la rata, conejo y hombre. Los inhibidores se destruyen por el calor, lo que explica la preferencia concedida a las harinas tostadas para la alimentación de los animales monogástricos. Por lo que se refiere a los rumiantes, los inhibidores carecen de importancia, por lo que el tostado resulta innecesario. El tostado debe controlarse con mucho cuidado, ya que el sobrecalentamiento determina una reducción en la utilización de la lisina y arginina, con lo que disminuye el valor de la proteína.

Donald, P. et al (1993), Dando por supuesto que la harina se ha preparado adecuadamente, constituye un alimento muy valioso para todos los animales domésticos. No obstante, si se utiliza la harina de soja como principal fuente proteica para los monogástricos, se presentan ciertos problemas. La harina aporta poca cantidad de vitaminas del grupo B, que deben incluirse en forma de suplementos, o en forma de algún suplemento proteico de origen animal, como la harina de pescado. Si no se procede a la suplementación, las cerdas producen camadas de lechones débiles, de crecimiento lento, debido a la escasa producción de leche, en tanto que los cerdos de más edad presentan incoordinación y problemas en la locomoción. La harina de soja es mejor fuente de calcio y fósforo que los granos de cereales, pero al substituir a los alimentos de origen animal, debe ajustarse la ración, especialmente en el caso de los animales de crecimiento rápido. Si se realiza la suplementación adecuada, puede incluirse hasta 250 kg/t en las de los cerdos. La harina de soja contiene, aproximadamente, 1 g/kg de genisteína, que tiene propiedades estrogénicas y una potencia de $4,44 \times 10$ veces la del dietilestilbestrol. Todavía no se ha aclarado el efecto de dicha sustancia sobre el crecimiento.

Donald, P. et al, (1993). Manifiesta que el aceite contenido en las semillas tiene efecto laxante, pudiendo dar lugar a la formación de grasa blanda. La harina de extracción no contiene suficiente grasa como para provocar el problema, pero debe tenerse presente ante la creciente tendencia al empleo de soja integral en la formulación de raciones, especialmente en el caso de los cerdos. Estos productos pueden obtenerse mediante cocción por presión, o extrusión. Los productos obtenidos por extrusión tienen mayor valor en energía metabolizable, pero esta ventaja se pierde si los productos se muelen o granulan.

Cuadro 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SOYA

COMPOSICIÓN	%
Materia seca	91.5
Proteína bruta	46.2
Proteína digestible	42
Materia grasa	1.3
Minerales	6.2
Ca	0.29
P	0.65

Fuente: HART,F (1991)

B. QUE SON LAS LEVADURAS

García, R. (2004). Manifiesta que las levaduras son una suspensión de células vegetales microscópicas abundantes en la naturaleza, y se encuentran en el suelo y sobre las plantas. Además se han administrado a los animales en el alimento durante más de 100 años, ya sea en la forma de una masa fermentada producida en el rancho, subproductos de levaduras de cervecería o destilería, o productos comerciales elaborados a base de levaduras específicamente para la alimentación animal. Aun cuando esta práctica de utilizar las levaduras en los alimentos pecuarios ha existido durante mucho tiempo, todavía no hay mucha difusión o confusión en la industria para utilizarlas. Las levaduras son hongos microscópicos, o sea organismos unicelulares del reino vegetal, que suelen medir de 5 a 10 micras, se consideran como organismos facultativos anaeróbicos, lo

cual significa que pueden sobrevivir y crecer con o sin oxígeno. La propagación de las levaduras es un proceso mediante el cual la levadura convierte al oxígeno y al azúcar, mediante un proceso denominado metabolismo oxidativo.

<http://www.vivirnaural.com> (2000), Manifiesta que las levaduras tienen la propiedad de producir la fermentación por ejemplo el mosto, y otros. Esta fermentación es debida a que las indicadas células vegetales hallan en el mosto y en el malta macerado un terreno abonado excelente para su multiplicación, en el cual consumen sus azúcares, que transforman en alcohol y anhídrido carbónico, con desprendimiento de calor. Así se forma una bebida alcohólica en cuyo fondo queda un poso formado por las células vegetales que al terminar la fermentación por agotamiento del azúcar, se van depositando en el fondo del recipiente. Este poso, que forma una crema espesa, constituye la levadura fresca.

CRECIMIENTO AEROBIO:

1 glucosa + 6O₂ = 6CO₂ + 6H₂O _____ 686 Kcal. de energía libre

FERMENTACIÓN ANAEROBIA:

1 glucosa = 2CO₂ + 2 etanol _____ 54 Kcal. de energía libre.

1. Reproducción de las levaduras

García , R. (2004). Señala que la reproducción puede ser asexual (por gemación y fisión) y sexual (por ascósporas). No todas las levaduras tienen un ciclo de reproducción sexual, algunas especies como *Candida albicans* se reproducen sólo vegetativamente.

2. Morfología

Garassini, L. (1967) manifiesta que las formas más comunes de las levaduras son las redondas, elípticas y cilíndricas, pero hay también formas intermediarias y algunas también filamentosas. Ciertas levaduras forman micelio, pero difieren siempre de los verdaderos hongos; por otro lado, muchos hongos superiores producen temporalmente formas muy parecidas a las levaduras, pero cuando se las cultiva en medios artificiales desarrollan micelio filamentoso, todo lo cual permite pensar que las levaduras son hongos superiores pero que han perdido la propiedad de formar micelio.

3. Importancia de las levaduras

<http://www.elsalvador.com/noticias/index/html> (2003). Reporta que tienen mayor importancia porque se emplea para sintetizar ciertas vitaminas, grasas y proteínas partiendo de azúcares sencillos y de nitrógeno amoniacal, también se encuentran en granos, frutas y otras materias nutritivas que contienen azúcares. En la producción de tórula a partir de la melaza de caña y otros productos químicos amoniacaes las levaduras juegan un papel fundamental. Podemos afirmar que hasta hoy han tenido un papel muy importante en la nutrición de los animales y el hombre. La tórula se vende normalmente en polvo o en forma de hojuelas.

<http://www.fao.org>(2000). Indican que la levadura propagada específicamente para alimentación de los animales es en general, *Torulopsis utilis* (levadura de tórula o levadura forrajera), se emplea porque crece rápidamente y puede cultivarse sobre una gran diversidad de materiales. Entre los materiales que se emplean como sustrato para la producción de levadura forrajera figuran el licor de prensa, obtenido de la fabricación de la pulpa de citrus desecada; licor residual de sulfito de la industria papelera; madera sacarificada (tanto hexosas como pentosas); vinazas de destilería, jugo de caña; y residuos de frutos (granos de café, manzanas);etc.

Estévez, R. (1980).Manifiesta que encontró una tecnología en la cual se obtiene industrialmente la levadura, por procesos de fermentación continua con microorganismos del género *Candida* predominante la especie *utilis*. Almazán, O. et al (1982) Estos autores señalan que la producción industrial de la proteína unicelular a partir de mieles finales, se alcanzan rendimientos de 50%.

4. Usos de la levadura

Manual de los derivados de la caña de azúcar (1988). Manifiesta que la levadura tórula se utiliza como fuente proteica en todas las especies animales aún cuando los mejores resultados son con proteína de origen animal. Constituyendo con la línea de desarrollo y diversificación de esta industria y la introducción de nuevas cepas de levadura en determinados casos. Una de las limitantes desde el punto de vista nutricional de esta levadura es su bajo contenido en metionina; componente esencial en la alimentación de los animales monogástricos.

<http://www.fao.org>, (2000). Manifiesta que la levadura tórula debido a que es una fuente de proteínas y vitaminas muy económica, en muchos países se ha iniciado el cultivo industrial en gran escala para uso alimentario que la levadura desecada es valiosa como fuente de proteína de gran calidad y no tiene el sabor amargo de la levadura de cervecería que, sin embargo, suele tener mayor valor biológico. Además es rica en purinas (8%) y en piridinas (4%). Estas sustancias no tienen prácticamente ningún valor nutritivo y se incluyen en la fracción de proteína bruta en el análisis cuantitativo. Algunas veces, cuando se cuenta con otras fuentes más baratas de vitaminas y de proteínas, se añaden pequeñas cantidades de levadura para aportar factores de crecimiento no identificados. Se ha informado que, cuando se suministra levadura a las cerdas durante la gestación y lactación (100 - 400 g al día), mejora el crecimiento de los lechones, y hay una menor mortalidad. Se ha utilizado tradicionalmente en la alimentación, porcina en pequeñas proporciones en las raciones, más bien por su contenido en vitaminas del complejo B y por su riqueza en lisina, que como aporte proteico en las dietas. No obstante se ha demostrado que estas proteínas unicelulares pueden llegar a suministrar el único suplemento proteico en raciones para cerdos tanto en sistema de alimentación convencional como en las no convencionales (Fèvrier y Colomer- Rocher 1969, Maylín 1985, 1988). El ácido nucleico que se extrae de la levadura tiene aplicaciones medicinales y las sales fosfatadas son elementos de gran valor alimenticio.

3. Características de la levadura tórula

Figuerola, V. (1996) Manifiesta que la levadura tórula es un forraje valioso por su alto contenido proteico y su relación proteína /carbohidratos es mayor que en otros forrajes vegetales. La proteína unicelular de la levadura se puede considerar intermedia entre la mejor proteína vegetal y la del huevo. Sus características físicas (cuadro 4). Aproximadamente el 40% del peso de la levadura seca consiste en proteína, y su calidad es equivalente a la soya, resulta ideal como suplemento de vegetales pobres en este aminoácido esencial; sin embargo, a causa de su deficiencia en aminoácidos sulfurados - la cistina y la metionina - no debe ser usada como única fuente de nitrógeno.

Cuadro 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LEVADURA TORULA

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Densidad del bulto (kg/cm ³)	0,45
Angulo de reposo	45 °
Humedad (%)	6 - 8
Fuente: Figueroa (1996)	

6. Composición química de de la levadura

Figueroa, V. (1990). Indica que están presentes en su composición química (cuadro 5), tres aspectos que deben ser considerados por los nutricionistas:

- Esta levadura como todo organismo de alta velocidad de crecimiento tiene una concentración relativamente elevada de nitrógeno no proteico, que representa entre 12 y 20 % del nitrógeno total (Conde et al. 1982). El porcentaje de ácidos nucleicos expresados como ARN varía entre 8 y 9% en la levadura seca.

Cuadro 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LEVADURA TÓRULA

Indicador (% MS)	ICIDCA (1988)	NRC (1969)
Materia seca	94,0	93,0
Proteína bruta (N* 6,25)	45 – 53	51,9
Cenizas	7 – 10	8,4
Extracto etéreo	1,0 – 1,5	2,7
Fibra bruta	-	2,2
Energía bruta	-	19,7

Fuente: Figueroa, V. (1990)

- La composición aminoacídica de la levadura tórula (cuadro 6) demuestra su riqueza en lisina y una relativamente baja concentración de aminoácidos sulfurados.
- La estructura de la pared celular de la levadura, en particular, los polisacáridos resulta un impedimento para el libre ataque químico y enzimático de las secreciones digestivas del cerdo.

Cuadro 6. COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS DE LA LEVADURA TÓRULA OBTENIDA A PARTIR DE LAS MIELES FINALES DE CAÑA.

Aminoácidos (MS %)	Maylín, A. et al (1980)	Conde, J. et al 1982)
Alanina	2,72	3,15 – 3,16
Arginina	1,93	1,77 – 1,86
Ac. Aspártico	3,86	4,18 – 4,33
Ac. Glutámico	5,54	5,46 – 6,35
Glicina	2,08	1,98 – 2,10
Histidina	0,68	0,81 – 0,91
Isoleucina	2,02	3,07 – 3,39
Leucina	2,45	2,22 – 2,69
Lisina	2,99	3,32 – 3,61
Metionina	0,65	0,60 – 0,66
Fenilalanina	1,70	2,48 – 2,63
Prolina	1,58	1,55 – 1,71
Serina	2,16	2,36 – 2,42
Treonina	2,03	2,20 – 2,35
Tirosina	1,49	1,80 – 2,05
Valina	2,15	1,71 – 1,79

Fuente: Figueroa, V. (1990)

Maylín, A. (1989) indica que los estudios de absorción del nitrógeno al término del íleon en cerdos alimentados con mieles enriquecidas han demostrado la alta digestibilidad de esta proteína unicelular comparable a la harina de soya, se muestra en el (cuadro 7). La disponibilidad de aminoácidos, en especial, la lisina es también alta. Asimismo el valor biológico de la levadura tórula en ratas (cuadro 8) es comparable al de otras fuentes proteicas convencionales cuando se utiliza como referencia la proteína de huevo.

Cuadro 7. ABSORCIÓN DE NITRÓGENO EN EL INTESTINO DELGADO DE CERDO ALIMENTADOS CON MIEL A Y HARINA DE SOYA O LEVADURA TÓRULA COMO ÚNICO SUPLEMENTO PROTEICO.

Indicadores	Harina de soya	Levadura tórula
Consumo N (g/día)	21,3	22,4
Flujo N al término del íleon (g/día)	5,4	5,7
Absorbabilidad (%)	74,8	73,7

Fuente: Maylín, A. et al (1987).

Cuadro 8. VALOR BIOLÓGICO DE LA LEVADURA TÓRULA MEDIDA EN RATAS.

Indicadores	Levadura tórula	Proteína de huevo
Valor biológico	72-77	100
Utilización neta de la proteína (%)	61-74	100

Fuente: Maylín, A. et al (1984).

a. Vitaminas

Gómez, P. (1986). Manifiesta que la composición vitamínica de la levadura tórula (cuadro 9). Es una fuente rica en vitaminas hidrosolubles con excepción de la

vitamina B12, su contenido de vitaminas llega alrededor de 10 U.I, por gramo de levadura, dependiendo de esto el medio empleado.

Garassini, L. (1967.) indica que las levaduras contienen cierta cantidad de sustancias grasas o aceites visibles fácilmente como gránulos refringentes en el citoplasma celular y de tamaños diversos. En una proporción de 1 – 1.5 %; aparecen en mayor cantidad durante la esporulación y son utilizadas como alimentos por las ascaporas siendo por lo tanto, productos de reserva. Los carbohidratos totales se encuentran de 20 a 30%.

Cuadro 9. COMPOSICIÓN EN VITAMINA DE LA LEVADURA TÓRULA A PARTIR DE LAS MIELES DE CAÑA.

Vitaminas mg/kg MS	Valor
Tiamina (B1)	60 – 72
Roboflavina (B2)	39 – 45
Ac. Pantoténico (B3)	30 – 40
Ac. Nicotínico (Niacina)	400 – 500
Piridoxina (B6)	35 – 45
Biotina	1 – 2
Ac Fólico	0,3 –1,2
Ac. P-amino benzoico	35 – 45
Colina	300 -600

Fuente: Gómez, P. (1986)

b. Enzimas

Garassini, L. (1967). Manifiesta que las levaduras contienen dos clases de enzimas, las endoenzimas o enzimas intracelulares, que no salen al exterior sino que quedan dentro de la célula y las exoenzimas que son excretadas al medio como producto del metabolismo celular. La acción de esta sustancia es de función catalítica y únicamente en presencia de ellas se produce la descomposición del azúcar. Son por otra parte específica pues las levaduras producen diferentes enzimas, capaces de atacar un determinado azúcar y no pueden actuar sobre otros. Según la función que desempeñan las enzimas se dividen en dos grandes grupos las que atacan carbohidratos, proteínas y esteroides, transformándolas en

sustancias mas simples mediante la escisión de la sustancia hidrocarbonada; son las llamadas hidrolasas; en cambio las desmolasas, son las que intervienen en los procesos desasimilativos como la respiración y la fermentación debido a que son enzimas oxidantes. Hay enzimas específicas para cada uno de los azúcares.

c. **Minerales**

La composición mineral según Conde, J. et al (1982) se presenta a continuación en el (cuadro 10), en este sentido es de notar el alto contenido de potasio y en especial de fósforo.

**Cuadro 10. COMPOSICIÓN MINERAL DE LA LEVADURA TÓRULA
OBTENIDA A PARTIR DE MILES FINALES DE CAÑA.**

Minerales (%MS)	Valor
Sodio	0,74 – 0,83
Potasio	1,13 – 1,79
Calcio	0,48 – 0,89
Fósforo	1,33 – 1,66
Magnesio	0,24 – 0,38
Hierro	0,04 – 0,05
Magnesio (mg/kg MS)	8 - 10
Cobre (mg / kg MS)	15 - 18

Fuente: Conde, J. et al (1982)

7. **Proceso de producción de la levadura**

Cervantes, A. (1984). Manifiesta que actualmente se esta utilizando la vinaza de destilería como sustrato para producir la levadura torula que no cuesta nada y por el contrario tiene un valor incuestionable de que no contamina el medio ambiente, y que además Lezcano, P. (1990). indican que puede utilizarse sin afectar el comportamiento animal. Estévez, R. (1980). explica que la primera etapa de la producción de levadura consiste en el crecimiento o propagación del cultivo puro de células de levadura en una serie de reactores de fermentación.

Desarrollándose de mejor con un pH 4. El nitrógeno y el fósforo tienen que añadirse al medio de cultivo: alrededor de 0,4 kg de sulfato amónico y 0,13 kg de fosfato trisódico por cada kg de levadura producida. Para fomentar el rápido crecimiento de la levadura y reducir al mínimo la producción de alcohol, hay que proporcionar aire en abundancia. El aire se introduce por el fondo del fermentador y se dispersa mediante un propulsor o mediante un disco de cerámica porosa.

Cervantes, A. (1984). Indica que la levadura es recuperada del último fermentador utilizando un separador centrífugo para concentrarla y es sometida por un tiempo de treinta minutos a una mezcla de salmuera con el fin de mejorar la deshidratación, posteriormente será sometida a uno o más lavados y a otro separador centrífugo. Se mezcla con salmuera antes de ser filtrada, generalmente se deja así por unos treinta minutos. Luego se lava en filtro rotatorio con agua helada para retirar la sal que se le agregó con el fin de mejorar la deshidratación. La levadura sólida es entonces filtrada en filtros prensa, o en filtros rotatorios al vacío, para obtener una mayor concentración. El queque de levadura filtrada se mezcla posteriormente con pequeñas cantidades de agua, emulsificantes y aceites, mezclada pasa posteriormente a extrusión, corte y embalaje, o secado en el caso de levadura seca.

C. GENERALIDADES DE LA VINAZA

<http://www.procaña.com> (2003) Indican que la vinaza es un material líquido de color café oscuro, de olor a miel, denso y viscoso, muy parecido a la melaza y que se genera como un coproducto en la destilación durante la producción de alcohol etílico.

Sarria, P y Preston, T. (1992). Explican que en el proceso de fermentación biológica utilizado para producir alcohol etílico resulta un residuo líquido final llamado vinaza. Tiene coloración verde castaña, turbidez y temperatura elevadas y una DBO (demanda bioquímica de oxígeno) que oscila entre 7,000 y 20,000 mg/litro.

Cabello, A. (2002). Manifiesta que una destilería de alcohol produce de forma obligada además de alcohol, otros subproductos y residuales que tienen importancia en el contexto alimenticio. Levadura, CO₂ y vinaza acompañan

siempre al alcohol. Se logra una recuperación aproximada de 4 Kg de levadura (base seca) / hl de alcohol producido.

1. Volúmenes de producción

<http://www.com/trabajo15/vinza/vinaza>. Estudiodefactibilidadparalaconcentración devinaza/Cali,Colombia.(PROQUIP)Proyectosdeingenieríaindustrial.(1979).Indica que los volúmenes de producción de vinaza están relacionados con la producción de alcohol. Para el estimado del volumen de producción de vinaza se tiene en cuenta que 100 litros de vino o mosto fermentado, contienen 7.3 litros de alcohol, de los cuales mediante el proceso de destilación, quedan 93.03 litros de vinaza, lo que da un promedio de 12.74 litros de vinaza por cada litro de alcohol.

2. Características generales de la vinaza

Las características de la vinaza concentrada, resultante de la melaza de caña de azúcar, se muestran en el (cuadro 11). Los sólidos están constituidos por materia orgánica y sales minerales en cantidades variables dentro de ellos, el potasio es el componente inorgánico que presenta mayor concentración siguiendo en orden de importancia el azufre en forma de sulfatos.

Cuadro 11. COMPOSICIÓN DE LA VINAZA CONCENTRADA A 60° BRIX

Componentes	%
Sólidos totales	60.0
Sólidos volátiles	44.2
Carbono	22.0
Proteína bruta	9.1
Potasio K ₂ O	5.7
Azufre SO ₄	4.7
Calcio CaO	2.7
Cloro NaCl	2.2
Nitrógeno N	0.9
Magnesio MgO	0.7
Fósforo P ₂ O ₅	0.2

Fuente: Proyectos de ingeniería industrial(PROQUIP), (1992)

D. INVESTIGACIONES EN CERDOS

Cervantes, A. et al (1981). Manifiesta que en las investigaciones de cerdos, obtuvieron ganancias de 561 gramos y conversiones de 4.0 con una dieta de miel final y crema de levadura tórula, y para la conversión de la proteína de 0.8 , pero utilizando 19.8% de proteína bruta a partir del criterio de no utilizar un nivel mayor del 60 % de miel y que en dietas de este tipo las necesidades de proteínas son mayores que en dietas clásicas. Recomendando que en dietas de miel rica, la proteína bruta deba ir del 16% al 18% en la etapa de 20 a 37 Kg y de 37 a 67Kg de peso vivo.

Barrios, J. Figueroa, V (1989) reportó en sus investigaciones al suministrar levadura tórula los siguientes resultados (cuadro 12).

Cuadro 12. ALTOS NIVELES DE CONSUMO Y TASAS DE PRODUCCION EN CERDOS ALIMENTADOS CON LEVADURA TORULA

COMPORTAMIENTO	LEVADURA TORULA
Peso vivo kg	30 – 60
Consumo de MS kg/día	3.16
% PV	7.0
Ganancia media (g/día)	988
Conversión kg MS/kg ganancia	3.2

Fuente: Barrios, J. Figueroa ,V(1989)

Pérez, M. (1986), y Sansoucy, R. et al (1998) manifiesta que en el sistema alimenticio para cerdos se basa en dietas líquidas donde el nivel de miel final varía desde un 30 a 35 % MS en la dieta de la ceba. Adicionalmente se ha comenzado en pequeña escala, con una dieta líquida basada en la mezcla de un 65 % de miel con un 35% de crema tórula, obtenida esta última mediante la fermentación de la miel final. Los resultados preliminares señalan que esta dieta puede garantizar una ganancia diaria de aproximadamente 550 a 600 gramos con una conversión alimenticia de 4.5 en MS.

Según los estudios realizados por García, A. Cervantes, A. y Patterson, M. (1980). En cerdos castrados del cruce comercial con peso promedio de 10,5 Kg. y con 60 días de edad, fueron tratados con dietas de maíz, polvillo de arroz y levadura tórula como único suplemento proteico con un contenido de miel final del 15%, y el peso final no difirió entre los tratamientos. Se considera que los piensos de crecimiento para cerdos de 60 a 100 días de edad pueden estar constituidos por levadura tórula como único suplemento proteico, 20 % de polvillo de arroz como sustituto del maíz, sin afectar a los rasgos de comportamiento del animal.

Figuerola, V. et al (1993) manifiesta que en cerdos machos castrados de un peso vivo promedio al inicio de la prueba de 27 Kg, suministrados con una dieta líquida de desperdicios procesados y miel "B" (39:61 base seca) cuando la misma es suplementada o no con levadura tórula para lograr un balance adecuado de nutrientes en la ración. La suplementación con 2 Kg/día/animal de crema de levadura tórula (18% MS y 43% N x 6.25 en MS) o 545 g/día/animal de levadura tórula seca mejoró significativamente la ganancia de peso de los cerdos desde 620 g/día (dieta testigo) a 618 y 880 g/día respectivamente, para los tratamientos suplementados. (cuadro 13). Los resultados de este experimento apoyan cada vez más el criterio del alto nivel de ingestión de dietas líquidas por los cerdos y demuestran el alto potencial del comportamiento de cerdos alimentados con estas dietas no convencionales cuando las mismas se balancean adecuadamente.

Cuadro 13. COMPORTAMIENTO DE CERDOS ALIMENTADOS CON DESPERDICIOS PROCESADOS Y MIEL "B"

	Sin Suplementar	Suplementados Crema de Lev. Tor.	Lev. Tor. Seca	ES (Prob)
Peso vivo (kg)				
Inicial	27.6	26.7	27.3	0.6
Final	32.8	78.6	88.9	1.7(<.001)
Ganancia (g/día)	620	618	880	23(<.001)
Consumo (kg/día)				
Materia seca	1.19	2.24	3.10	0.08(<.001)
N x 6.25	0.098	0.320	0.455	8
Crema Lev. Tórula	-	0.382	-	
Lev. Tórula seca	-	-	0.545	
Conversión (kg/kg gan)				
MS	-	3.6	3.5	0.1
N x 6.25	-	0.518	0.517	0.01(<.001)

Figuroa, V. et al (1993)

Figuroa, V. et al (1990) Indica otros resultados en cerdos de 30 a 90 Kg. PV alimentados con dieta de cereales ad libitum y niveles bajos de proteína, donde también la levadura tórula constituye el único suplemento proteico de la dieta, se muestran en el (cuadro 14). Se observa que el comportamiento de los cerdos es equivalente a los que recibieron maíz en raciones con mayores niveles de proteína, también se ha comprobado que en un exceso de levadura tórula, por encima de los requerimientos, afecta negativamente el comportamiento de los cerdos en crecimiento ceba (cuadro 15).

Cuadro 14. COMPORTAMIENTO DE CERDOS DE 30 A 90 KG. PV. ALIMENTADOS AD LIBITUM CON BAJOS NIVELES DE PROTEÍNA EN DIETAS DE MIEL B Y LEVADURA TÓRULA

	Cereal ad libitum	Miel B nivel de proteína (%)	
		12 % PB	10 8
Consumo MS (Kg/día)	2,95	3,13	3,19
Consumo proteína g/ día	351	313	255
Ganancia (g/ día)	740	751	725
Conversión :			
PB (kg consumo/kg ganancia)	0,47	0,42	0,35
EM (MJ consumo / Kg ganancia)	57,2	55,7	58,1

Fuente: Figueroa et al. (1990)

Cuadro 15. EFECTO DE ALTOS NIVELES DE PROTEÍNA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE CERDOS EN CRECIMIENTO - CEBA ALIMENTADOS CON MIEL RICA Y LEVADURA TORULA.

	Nivel de proteína (% MS)		
	14	19	24
Ganancia (g/día)	672	635	609
Conversión (Kg consumo/ Kg. ganancia):			
MS	3,58	3,82	3,88
PB	0,50	0,62	0,72

Fuente: Maylín et al. (1988).

Se ha demostrado por Cervantes, A. y Díaz, J. (1984) que la levadura tórula puede ser la fuente proteica que satisfaga adecuadamente los requerimientos proteicos y de aminoácidos de los cerdos de ceba, esta afirmación se ilustra en el (cuadro 16).

Cuadro 16. SUPLEMENTACIÓN PROTEICA A DIETAS CON DESPERDICIOS PROCESADOS Y MIEL FINAL PARA CERDOS DE 30 A 90 kg DE PESO VIVO

Componentes de la dieta % MS	H. pescado	H. de soya	Levadura tórula
Desperdicios procesados	46.5	45.8	46.0
Miel final	44.9	44.2	44.5
H. de pescado	8.6	-	-
H. de soya	-	10.0	-
L. tórula	-	-	9.5
Comportamiento animal			
PV. Inicial kg	27.6	28.9	28.0
PV final kg	93.0	89.6	86.6
Ganancia diaria g/día	584	550	530
Consumo de MS g/día	2.5	2.5	2.4
Consumo de PB g/día	372 ^a	357 ^b	320 ^c
Conversión de MS	4.3	4.6	4.6

FUENTE: Cervantes, A y Díaz, J. (1984).

E. DIAGNOSTICO DEL IMPACTO AMBIENTAL

[http://www.elsalvador.com/noticias /index/html](http://www.elsalvador.com/noticias/index/html). El Diario de Hoy.(2003). Indican que los subproductos residuales de destilerías como son las vinazas que causan agresividad y volumen a manejar, contaminando el agua de los ríos y su entorno, cuando se descarga directamente en vías de caudal insuficiente para provocar una dilución compatible con sus características, generan efectos desastrosos en la flora y fauna existentes. Su elevada DBO provoca rápido agotamiento del oxígeno en el medio líquido.

Morea, L. (1997). Manifiesta que la industria azucarera y sus derivados aportan anualmente una contaminación equivalente a los 10 millones de habitantes. De

todos ellos, los más contaminantes por su carga orgánica (60 000 a 150 000 mg DQO/lit), casi 1000 veces mayor que la permitida por la normativa, son las aguas residuales procedentes de la industria azucarera y alcoholera, y dentro de ellas, los fondos de las torres de destilación, conocidas con el nombre de vinazas, las que se producen en una proporción de 12 a 15 lit por cada lit de alcohol destilado. También se ha calculado que por cada 60 m³ de vinaza que no se trata se genera alrededor de 1 t de CO₂ que iría a la atmósfera con el consiguiente gas de efecto invernadero ya conocido. Ministerio de Azúcar (MINAZ 1995). Es importante conocer que la vinaza pierde el 70 % de la carga orgánica cuando se produce a partir de ella levadura. Los desechos originados pueden convertirse en subproductos con cierto valor económico y a la vez evitar el impacto al medio que ocasionaría su incorrecta disposición.

1. Posibilidades, tratamientos y/o usos más frecuentes

Morea, L. (1997). Indica en su estudio realizado en Brasil se determinó que reducir la carga contaminante de las vinazas a niveles compatibles con la legislación del medio ambiente, sólo es viable desde el punto de vista económico y financiero en los siguientes casos:

- Utilizar la vinaza como "abono" en el cultivo de la caña de azúcar (requiriendo superficies de cultivo estratosféricas).
- Producir y utilizar en el Ingenio y/o destilería el vapor generado por la combustión del metano; producido por la fermentación anaeróbica de la vinaza.
- Recuperar y vender la proteína unicelular obtenida por el tratamiento aerobio de la vinaza o la venta de la vinaza directamente, purificada y concentrada para el mercado de las materias primas de raciones para animales, previo estudios nutricionales.
- Producir y vender cenizas potásicas en el mercado de Fertilizantes.
- La alternativa del uso de las vinazas de destilería o mostos presenta las mayores ventajas económicas al revalorizar este residual como complemento de sustrato, consumiendo menos miel final, para producir levadura a la vez que evita su vertimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

Esta investigación se realizó en el Municipio San José de las Lajas, Carretera Central Km. 47 ½, apartado postal 24. Provincia Habana. Cuba, en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), situado en los 22° 53' de latitud norte y a los 82° 02' de longitud oeste a 92 m.s.n.m.

Con un duración de 122 días.

Las condiciones meteorológicas que constan en los anuarios del departamento de meteorología, imperantes en la zona de estudio se resumen en el siguiente (cuadro 17)

Cuadro 17. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Temperatura máxima	° C	29.7
Temperatura mínima	° C	19.0
Humedad Relativa/año	%	81.1
Precipitación anual	mm	1216
Heliofanía	h/luz	6.9

Fuente: Departamento Meteorológico I.C.A. (2004)

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Se utilizaron unidades experimentales con 24 cerdos del un cruce comercial (Yorkshire x Landrace x Duroc) es decir, 50 % hembras y 50% machos castrados, de 70 días de edad con un peso promedio de 25.7 kg conformando cada cerdo una unidad experimental. Distribuidos en 3 tratamientos: control, 33%, 66% al sustituir una parte de la proteína de la soya por la levadura tórula de vinaza, con 8 repeticiones.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los equipos, materiales e instalaciones que se utilizaron en el presente trabajo de investigación se detallan a continuación:

Instalaciones:

- Área de corrales de manejo
- Área de control de peso
- Bodega de alimento

Materiales y equipos:

- Comederos
- Insumos alimenticios
- Balanza manual
- Balanza eléctrica
- Recipientes
- Bomba de mochila
- Cámara fotográfica
- Lápiz
- Libreta de apuntes
- Calculadora
- Computadora

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el efecto del comportamiento de los cerdos en crecimiento al suministrar en el pienso levadura tórula cuyos tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento Lo: Testigo

Tratamiento L1: 33% levadura tórula

Tratamiento L2: 66% levadura tórula

El diseño que se aplicó en la evaluación del porcentaje de levadura tórula es un diseño completamente al azar en arreglo monofactorial $3t \times 8r$, donde “t” es el número de tratamientos y “r” es el número de repeticiones. Esquema del experimento (cuadro 18).

Siendo el modelo matemático:

$$X_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Cualquier variable a medir

μ = Media poblacional

T_i = Efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

1. Esquema del Experimento

Cuadro 18. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

Nivel de levadura	Código	Nº Repet.	T.U.E.	Total anim/trat.
Testigo 0%	L0	8	1	8
33%	L1	8	1	8
66%	L2	8	1	8
TOTAL DE UNIDADES EXPERIMENTALES				24

T.U.E. Tamaño de la unidad experimental

2. Composición de las raciones experimentales

En función a los requerimientos del NRC (1998), las raciones fueron formuladas para esta etapa fisiológica considerando los niveles de proteína de la levadura tórula (cuadro 19, 20).

Cuadro 19. FORMULACIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Ingredientes	Nivel de levadura tórula, %		
	L 0	L 33	L 66
Harina de soya	22,9	15,1	7,5
Tórula de vinaza	0	8,4	16,5
Harina de maíz	75	74,4	73,9
Carbonato e calcio	0,5	0,5	0,5
Fosfato di cálcico	0,8	0,8	0,8
Sal yodada	0,5	0,5	0,5
Premezcla(vitam,minl)	0,3	0,3	0,3
TOTAL	100	100	100

Cuadro 20. APORTES DE NUTRIENTES DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

	APORTES EN LA DIETA		
	L 0%	L 33%	L 66%
EM(Kcal./kg)	3442	3410	3400
PROTEÍNA (%)	16	16	16
FIBRA (%)	3.2	3.3	3.39
CALCIO (%)	0.46	0.48	0.51
FÓSFORO (%)	0.5	0.58	0.65

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Los parámetros que se tomarán en cuenta en la presente investigación serán:

1. Etapas de Crecimiento

- Peso Inicial, kg.
- Peso Final, kg
- Ganancia de peso total Kg
- Ganancia de peso, g/día.
- Consumo de Alimento total, MS kg
- Consumo de Alimento día MS kg
- Consumo de proteína día kg
- Conversión alimenticia MS kg. alimento /Kg ganancia.
- Conversión alimenticia PB kg. PB/ Kg. ganancia.
- Costo por Kg. de peso vivo. USD
- Mortalidad

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los datos experimentales se tabularon en la hoja de Excel de Office 2003, para posteriormente someterse al análisis mediante el programa estadístico SAS en el cual se realizó el análisis de Varianza (ADEVA) , y la separación de las medias utilizando la prueba de Tukey , ($P > 0.5$).

1. Esquema del ADEVA

En el siguiente (cuadro 21) se representa el esquema del ADEVA utilizado:

Cuadro 21. ESQUEMA DEL ADEVA

Fuentes de variación	Grados de Libertad
Total	23
Tratamientos	2
Error Experimental	21

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del Experimento

a. De campo

Previo al inicio de la investigación el balanceado será elaborado por la institución que auspicia este trabajo, en el cual se incluirá los diferentes niveles de levadura tórula del 33% y 66%, sustituyendo una parte de la proteína de la soya. Los animales tendrán un período de adaptación a las dietas de cinco días no evaluables. Inicialmente se procederá a lavar los corrales, comederos y bebederos, utilizando un desinfectante “formol al 3% ” en proporción de 60% agua y 40% formol , por aspersión mediante la utilización de una bomba de mochila.

b. Etapa crecimiento

Se seleccionaron 24 cerdos de un cruce comercial (Yorkshire x Landrace x Duroc) de ambos sexos criados en instalaciones abiertas , con peso vivo inicial como promedio de 25.7 kg los animales se distribuyeron en un diseño al azar en 12 corrales dentro de la instalación. El tamaño de los corrales fue de de 1.5 x 2m de largo ubicados individualmente desde los 70 hasta los 126 días de la etapa de crecimiento , los cerdos consumieron pienso de crecimiento recibiendo los tres tratamientos experimentales 0 % testigo , 33% y 66% de levadura tórula, el alimento se suministrara de acuerdo a la escala de consumo de los animales (cuadro 22), suministrándole la alimentación diariamente dos veces al día ; el agua se suministrara a voluntad mediante el uso de bebederos de tetinas de succión, los pesos serán controlados en una báscula eléctrica de acuerdo a la periodicidad planificada para obtener las ganancias diarias de peso individuales cada 14 días .

Para la determinación de la conversión alimenticia para esta etapa fisiológica se estimo de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$\text{Conversión} = \frac{\text{Consumo de alimento, kg MS}}{\text{Ganancia de peso, Kg}}$$

Cuadro 22. MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN DURANTE EL ENSAYO

Períodos en días	Cantidad (kg)
1 – 10 días	1.8
11 – 28 días	2.0
29 – 42 días	2.2
43 – 56 días	2.4

Fuente: ICA (2005)

c. Programa Sanitario

Todos los cerdos fueron desparasitados al inicio del ensayo utilizando levamisol en una proporción de 1 cc por animal.

La limpieza de materia fecal de las jaulas de los cerdos se realizará todos los días.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EFECTO DEL NIVEL DE LEVADURA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN CRECIMIENTO DE CERDOS (70 -126 días de edad)

1. Pesos

Como se indico en materiales y métodos en la presente investigación probamos varios niveles de levadura tórula (0, 33 y 66%) aplicados a cerdos de 70 días de edad. Los pesos iniciales de los cerdos no mostraron diferencias estadísticas significativas por lo cual se consideró que existió homogeneidad del material experimental (cuadro 23). Al terminar el ensayo (126 días de edad de los cerdos), se determinó que los pesos se encontraron en un rango de 69.25 kg para el nivel del 33 % de levadura a 70.0 kg para el nivel del 0 % de levadura de igual manera sin registrar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P>0.942$). Los resultados encontrados por nosotros no concuerdan a lo señalado por Figueroa, V. (1993). quien encontró pesos finales de 78.6 a 88.9kg utilizando esta levadura seca y en crema lo que se deba a que los animales tuvieron una mejor capacidad y aprovechamiento del alimento cubriendo sus necesidades nutritivas para esta etapa fisiológica , por otro lado García, A. Cervantes, J. y Patterson, M. (1980) manifiesta en sus estudios realizados en cerdos en crecimiento, que la levadura tórula se puede utilizar como la única fuente proteica sin afectar en su comportamiento animal. Deduciendo que los animales se desarrollaron de acuerdo a las condiciones de manejo que recibieron al aprovechar el alimento cubriendo sus necesidades nutritivas para esta etapa fisiológica respondiendo de esta manera al suministro de la levadura.

Cuadro 23. EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO

Variables	TRATAMIENTOS			% CV	MEDIA	SIGNIFICANCIA
	0	33	66			
Peso Inicio de Etapa (kg)	26,19 a	25,69 a	25,44 a	-	25,77	-
Peso Fin de Etapa (kg)	70,00 a	69,25 a	69,25 a	2,68	69,50	0,9421 ns
Ganancia de Peso Total (kg)	43,81 a	43,56 a	43,81 a	3,27	43,72	0,9925 ns
Ganancia de Peso Diaria (g)	782,37 a	777,89 a	782,37 a	3,27	780,87	0,9925 ns
Consumo total de Alimento MS (kg) /Animal	106,50	106,50	106,50	-	106,50	-
Consumo de Alimento MS (kg)/día	1.9	1.9	1.9	-	1.9	-
Consumo total de Proteína Bruta (kg) /Animal	17,4	17,4	17,4	-	17.4	-
Consumo de Proteína Bruta (g) /día	310	310	310	-	310	--
Conversión alimenticia MS.	2,43 a	2,44 a	2,43 a	3,34	2,43	0,9405 ns
Conversión alimenticia PB.	0,35 a	0,36 a	0,35 a	4,13	0,39	0,9655 ns
Mortalidad	-	-	-	-	-	-

ns = Letras iguales no tiene diferencias estadísticas significativas

2. Ganancias de peso

Las ganancias de peso diarias, fueron incrementando de acuerdo a su crecimiento sin encontrarse diferencias estadísticas significativas ($P > 0.992$); los pesos para los distintos tratamientos se encontraron en un rango de 777.89 g/animal/día para el tratamiento del 33% de la levadura a 782.37 g/animal/día para los dos tratamientos restantes (gráfico 2), mejorando cada vez su peso y encontrándose dentro de los reportes emitidos por , Pérez, M. (1986), citado por Sansocy, R. (1998), al evaluar dietas líquidas de melaza con crema tórula registrándose ganancias de peso equivalentes a 550 y 600 g/animal/día. De igual forma a lo que reportó Maylín, A. et al (1988), cuando suplemento miel rica y levadura tórula obteniendo incrementos de peso entre 609 a 672 g/día y en el mismo sentido Figueroa, V. et al (1993) al suministrar dietas líquidas de desperdicios procesados, miel "B" y como suplemento la levadura, concluyo con ganancias de peso desde 618g/día a 880 g/día, por lo que sucede que las respuestas de incrementos de peso puede variar de acuerdo a las condiciones de manejo, características genéticas, tipo de dieta entre otras lo que denota que los cerdos se desarrollaron en buenas condiciones.

3. Consumo de alimento

De acuerdo a los resultados reportados el consumo total de alimento, de los cerdos fue de 106.5 kg de MS/animal, proporcionándose (1.9 kg MS/día). con para todos los grupos de evaluación., consecuentemente estos datos concuerdan con Asqui (2002) al registrar similar consumo de 2.0 kg MS en cerdas mestizas, de igual forma con Calderón (1998) en cerdos cruzados 2.0Kg MS, no ocurre lo mismo a los reportado por Sansocy (1998), cuando utilizo dietas de melaza mas la crema de levadura tórula obteniendo consumos de 3.3 y 3.7 kg de MS. De la misma manera señala Figueroa, V. y Barrios (1989), indicando un consumo de 3.16 kg MS/día al emplear solo levadura tórula; y Figueroa, et al (1993) al evaluar el suministro de una dieta líquida de desperdicios procesados y miel "B" la que fue suplementada con levadura tórula seca, reportó un consumo de 3.1 kg de MS/día, por tanto se deduce que hay un menor consumo de alimento al ingerir dietas con cereales y levadura tórula, siendo este palatable respondiendo con una buena capacidad para asimilar las dietas.

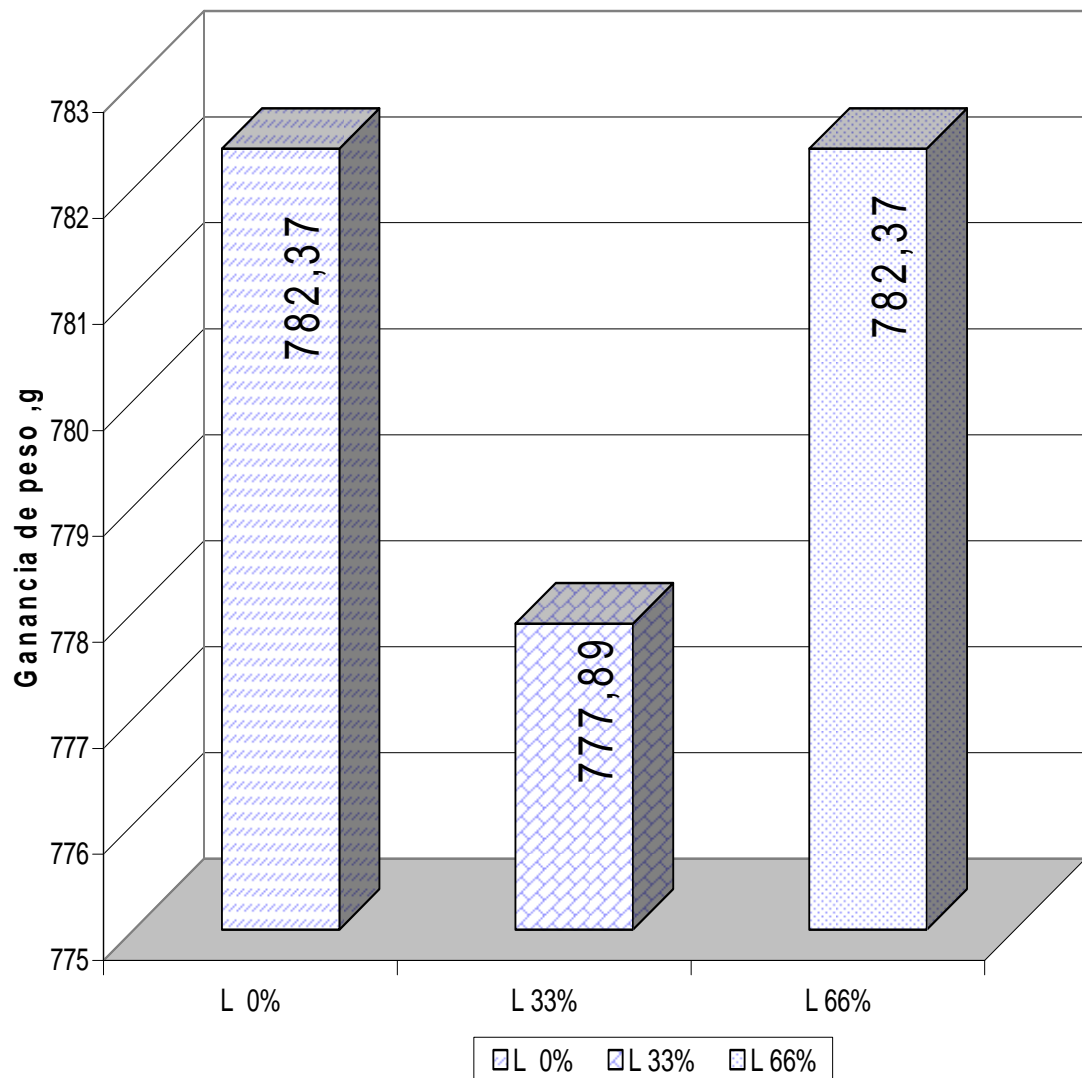


Gráfico 2. Comportamiento productivo de ganancia de peso (g) al día por el efecto de la inclusión de la levadura tórula en el crecimiento de los cerdos.

4. Consumo de proteína

El consumo de proteína del alimento en base al consumo de materia seca, registro 273 g/día, enmarcándose dentro de los valores expuestos por Figueroa et al (1990), al utilizar una alimentación con levadura tórula, miel B y cereales registrándose consumos de 255 a 351 g/día. Mientras los animales dispongan de una mejor ración alimenticia en su contenido de proteína, aprovecharán su consumo.

5. Conversión alimenticia (consumo de alimento / ganancia de peso)

Los promedios de la conversión alimenticia en cuanto a la relación del consumo de alimento y la ganancia de peso no registro diferencias estadísticas significativas ($P>0.940$), correspondiendo al comportamiento consecuente con las variables analizadas siendo de 2.43 kg MS a 2.44 kg MS, que los animales requieren para convertir un kilo de ganancia de peso, mejorando su capacidad de conversión con el nivel del 66 % y 0 % de levadura (gráfico 3), además lo que reporta Figueroa et al (1993) al suministrar dietas de desperdicios procesados más levadura tórula a cerdos, encontrando conversiones de 3.5. Al igual que Maylín et al. (1988) en los estudios efectuados sobre el comportamiento de cerdos en crecimiento alimentados con miel rica y levadura tórula registrándose conversiones de 3.5 a 3.8, pero Cervantes et al (1981) encontró conversiones de 4.0 con una dieta de miel final y crema de levadura tórula, siendo estas conversiones muy altas por el tipo de alimentos utilizados, comparadas con las registradas en esta evaluación tienden a actuar consecuentemente con las otras variables analizadas

6. Conversión de la proteína

En lo referente a la conversión de la proteína en los tratamientos de 0 % de levadura tórula y 33 % son similares de 0.34 mientras que para el tratamiento de 66% es de 0.33, por lo que no se presenta diferencias significativas ($P>0.05$), comparados con las referencias de conversión alimenticia de la proteína de 0.8 citado por Cervantes(1981), y 0.5 a 0.7 por Maylín et al (1988), los animales de este ensayo tuvieron una mejor capacidad para asimilar la proteína

que sin lugar a dudas reducirá los costos por concepto de alimentación, no obstante las otras investigaciones.

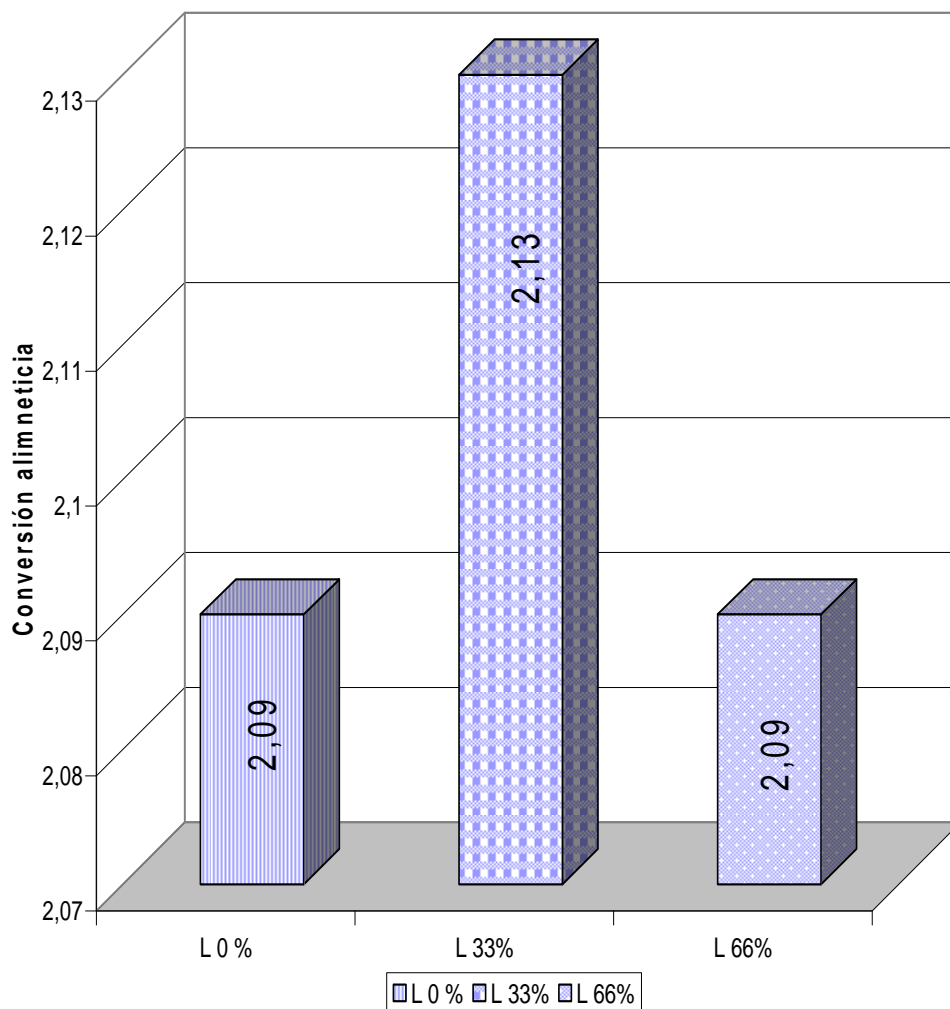


Gráfico 3. Comportamiento productivo de ganancia de la conversión alimenticia por el efecto de la inclusión de la levadura tórula en el crecimiento de los cerdos.

B. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el cuadro 24 se presentan los resultados de la evaluación económica correspondiente al efecto del nivel de levadura sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento.

Cuadro 24. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CERDOS EN CRECIMIENTO BAJO EL EFECTO DE DE DIFERENTES NIVELES DE LEVADURA TÓRULA EN LAS DIETAS.

CONCEPTO		NIVEL DE LEVADURA %		
		0	33	66
<u>EGRESOS</u>				
Animales	1	280	280	280
Alimento	2	170,496	161,024	151,552
Sanidad	3	4	4	4,5
Servicios Básicos	4	5	5	5
Mano de obra	5	150	150	150
TOTAL EGRESOS		609,496	600,024	591,052
<u>INGRESOS</u>				
Venta de animales	6	920,0	920,0	920,0
TOTAL INGRESOS		920,0	920,0	920,0
Beneficio /costo		1,51	1,53	1,56

1 Costo de animales a razón de \$35.00

2 Costo de kg MS Pienso a razón de \$ 0.17

3 Costo por manejo sanitario a razón de \$ 0.15

4 Costo de mano de obra a razón de \$150.00

5 Servicios básicos \$ 5.00

6 Venta de cerdos a razón de \$115.00

De acuerdo a la evaluación económica realizada el costo/Kg de ganancia de peso a esta edad demostró costo de \$1.74, \$1.72, \$1.69 para los niveles analizados correspondiendo el menor costo de inversión a la utilización el tratamiento del 66 % con la utilización de la levadura, económicamente se identifica una tendencia a aumentar la rentabilidad o beneficio /costo, conforme se aumenta el nivel de inclusión de levadura lo que significa que por cada dólar que se invierte se tiene una rentabilidad de 0.51 ,0.53 y 0.56 centavos de dólar respectivamente a favor del porcicultor, al criar cerdos en esta etapa se permite una rentabilidad de hasta el 56 %.

V. **CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede llegar a determinar las siguientes conclusiones.

1. La utilización de la inclusión de la levadura tórula no determino efectos negativos en el comportamiento biológico logrando sustituir hasta el 66% de la proteína que aporta la harina de soya por la levadura tórula, porque no influyó significativamente ($P>.05$) sobre el comportamiento de cerdos, de esta manera se acepta H_0 ($\mu_0 = \mu_{33} = \mu_{66}$).
2. En esta etapa de crecimiento de los cerdos manifestaron una gran capacidad para su desarrollo y asimilación de la dieta demostrándose en la ganancia de peso, numéricamente les favoreció a los animales cuando se alimentaron con el 66% de levadura tórula así como la dieta control, en los cuales no se registraron muertes.
3. Al utilizar la dieta control de maíz soya el costo de 1 kg de ganancia de peso fue ligeramente superior en esta dieta \$1.74 comparado con los dos tratamientos restantes 1,72 y 1,69 respectivamente

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede realizar las siguientes recomendaciones.

1. Continuar estudios de comportamiento productivo y fisiológico para determinar con mayor precisión el nivel de inclusión de la levadura en dietas de cereales para esta categoría.
2. Establecer patrones de consumo de alimento en base a los requerimientos ajustados a las condiciones de nuestro medio, para optimizar y aprovechar las raciones de cerdos en crecimiento.
3. Realizar pruebas de digestibilidad con la finalidad de comprobar el grado de aprovechamiento de los cerdos.
4. Seguir buscando otros sustratos para el desarrollo de levaduras de acuerdo a las encontradas en el Ecuador.
5. Continuar realizando replicas de esta investigación de acuerdo a las materias primas existentes en nuestro país.

VIII. LITERATURA CITADA

1. **ALMAZÁN, O. KLIBANSKY, M. y OTERO, M.** 1982. Producción de proteína unicelular a partir de subproductos de la industria azucarera. La Habana, Cuba. Edit, Científico Técnica. p 98.
2. **ASQUI, I.** 2002. Tesis previo a la obtención de Ingeniera Zootecnista. Comportamiento productivo de cerdos mestizos, Hampshire x Landrace. En la etapa de crecimiento –levante alimentados con diferentes niveles de melaza. p 34.
3. **BARRIOS, J. Y FIGUEROA, E.** 1989. Manejo de la alimentación con subproductos de la caña de azúcar La Habana, Cuba. p 36.
4. **BORLIJN, J.** 1985. Manuales para la educación Agropecuaria. Porcinos Producción Animal. 5ª ed. México. Edit. Trillas. p 23.
5. **CABELLO, A.** 2002. Los sistemas agroalimentarios actuales y la caña de azúcar, un análisis comparativo. Edit, (ICIDCA) Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la caña de Azúcar. pp 93-99.
6. **CALDERÓN, P.** 1998. Tesis previo a la obtención de Ingeniero Zootecnista. Evaluación de Olaquinox Yeasture y Lacture como promotores de desarrollo en las fases de crecimiento, engorde en cerdos cruzados. p 47.
7. **CÁRDENAS, I.** 1984. Algunos Aspectos sobre la digestión de levaduras en cerdos. Revista ciencia y técnica agrícola Ganado porcino .V 7 p 36.
8. **CERVANTES, A. DÍAZ, J. MAYLÍN, A.** 1984.Utilización de los distintos tipos de mieles de caña suplementados con levadura tórula en crema para cerdos en ceba. Edit, Ciencias técnicas agrícolas de ganado porcino, v 7. p21
9. **CERVANTES, A. MAYLÍN, A. y GARCÍA, R.** 1981. Utilización de la levadura tórula en crema como único suplemento proteico en dietas

de miel final par cerdos en ceba. Revista ciencia y técnica agrícola Ganado porcino. v 4 p 61.

10. **CONDE, J. BIART, J. MARTÍNEZ, S. LEÓN, M. y OTERO, M.** 1982. Estudio de caracterización de las levaduras industriales cubanas. La Habana, Cuba. Edit, ICIDCA. p86 .
11. **DOMÍNGUEZ, P.** 2001. Manual de crianza porcina. 3ª ed. Barcelona, España. Edit. Acribia. p 63-65.
12. **DONALD, P. EDWARDS, R. y GREENHALGH, J.** 1993 Nutrición Animal. 4ª ed. Zaragoza-España. Edit, Acribia S.A. p 102.
13. **EL MANUAL MERCK DE VETERINARIA.** 2000. 5ª ed. Barcelona, España. Edit, Océano. P 1643-1647.
14. **ESMINGER, M.** 1994. Manual del ganadero Edit. Interamericana México.p 86-193.
15. **ESTÉVEZ, R.** 1980. Levadura forrajera. Los derivados de la caña de azúcar. La Habana, Cuba. Edit, Científico Técnica. p 45-49
16. **FEVRIER, C. y COLOMER- ROCHER, F.** 1969. La valeur proteique des levures pour l'alimentation du porc en croissance-finition. Journnée de la Recherche Porcine en France Ed. Institute National de la Recherche Agronomique Paris. pp.157-160.
17. **FIGUEROA, V.** 1996. Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes. La Habana, Cuba. Edit,.Academia. p 123.
18. **FIGUEROA, V. GARCÍA, A y ALEMÁN, E.** 1993. Evaluación del potencial de desperdicios procesados en la ceba de cerdos. Livestock Research for Rural Development. V 5, p210.
19. **FIGUEROA, V. MAYLÌN, A. y NOVO, O.** 1990. El efecto de los niveles de la proteína en el crecimiento y finalización de los cerdos alimentados con melaza, caña de azúcar y levadura tórula. Reporte de ALP, Campinas, Brasil. p 43
20. **FLORES, J.** 1988. Ganado porcino. México. Edit. Ciencia y Técnica.p.76
21. **GARASSINI, L.** 1967. Microbiología agraria. 3ª ed. Maracay, Venezuela. p108.
22. **GARCÍA, R.** 2004. BIOTECAP. <http://www.engormix.com>

23. **GARCÍA, A. CERVANTES, J y PATTERSON, M.**1980. Utilización de polvo de arroz miel final y levadura tórula en la elaboración de piensos para cerdos de 60 a 100 días de edad. Ciencia y técnica en la agricultura Ganado porcino. V3. p 256.
24. **GÓMEZ, P.** 1986 Alimentación DE LS CERDOS 4ª ed. Barcelona, España. P 68.
25. **HART, F.** 1991. Empleo de la soya como fuente de proteína para cerdos. Universidad de Illiinois USA. p 67.
26. **[http://www.elsalvador.com/noticias /index/html](http://www.elsalvador.com/noticias/index/html)** .2003.El Diario de Hoy. El Salvador.
27. **http://www.engormix.com/s_articles_list.asp?AREA=POR**.2005.
GARCÍA, R. Artículos Técnicos. Las levaduras para la alimentación de los porcinos.
28. **<http://www.fao.org/livestock>**.1993 Production Yearbook. Food and Agriculture Organization. Rome.
29. **<http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/tfeed/rfs/refs/467.HTM>**.2000. Levaduras y mohos. Torulopsis utilis (Candida utilis).
30. **<http://www.procaña.com>** .2003. Diario el país. Cali, Colombia
31. **http://www.sica.gov.ec/cadenas/soya/docs/entorno_internacional_soya.html**.2000.
32. **<http://www.vivirnatural.com/alim/levadura.htm>**.2000.
33. **<http://www.com/trabajo15/vinza/vinaza>**.INESCOEstudiodefacticidadpar
alaconcentracióndeevinaza/Cali,Colombia.(1979)..(PROQUIP)Pro
yectosdeingenieríaindustrial, Sao Paulo, Brasil.
34. **LEZCANO, P.** 1976. Utilización de levaduras cubanas como suplementos proteicos en dietas a base de mieles en la alimentación porcina, Tesis Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. p23.
35. **LEZCANO, P.** 1990. Alimentación con miel proteica y vitaminas. Revista de Ciencias técnicas agrícolas de ganado porcino. p35.

36. **LEZCANO, P. BOCOURT, R.**1980. Utilización de fuentes proteicas no tradicionales en la nutrición del cerdo. La Habana, Cuba. Edit, Ciencia Técnica. p 25.
37. **MANUAL DE LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR.**1988. Cali, Colombia. Edit, Geplacea PNUD. p 109-115
38. **MATHEWS, B.** 1975. Alimentación de los animales monogástricos. 3ª ed. Bogota Colombia. p 125.
39. **MAYLÌN, A.** 1988. Las mieles de caña y la levadura tórula en la alimentación porcina uso en la ceba de cerdos. La Habana, Cuba. p 94.
40. **MAYLÍN, A.** 1989. Las proteínas unicelulares como fuentes no convencionales de producción industrial para la alimentación del cerdo. Edit, CIDA. p 71.
41. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG).**1998. Desarrollo agropecuario en el Ecuador. Reporte técnico plan de desarrollo. Quito, Ecuador.
42. **MOREA, L.** 1997.. Alternativas para el tratamiento del residual de la destilería Paraíso. Sinexi.Monografias.com
43. **NUTRIENT REQUIREMENTS OF DOMESTIC ANIMLAS (NRC).**1998.. Nº 10. Nutrient requirements of swine. Washington, D.C., National Academy of Sciences. p 93
44. **PÉREZ, M.** 1986 Composición química de los alimentos zootécnicos Ecuatorianos. Primera edición Edit, Cobos. p 28
45. **SANSOUCY, R Et Al** 1998. Sugerce es feed, 2ª ed. Edit. FAO, Roma Italia. p 71.
46. **SARRIA, P. PRESTON, T.** 1992. Reemplazo parcial del jugo de caña con vinaza y uso del grano de soya a cambio de torta en dietas de cerdos de engorde. Livestock Research for Rural. p 65.

ANEXOS

ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

**ANEXO 01 PESO INICIAL EN (KG) DE CERDOS SOMETIDOS
A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN
LA FASE DE CRECIMIENTO.**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

REPET	TRATAMIENTOS			SUMA REP	MEDIA REP
	0	33%	66%		
1	26,50	26,50	25,00	78,00	26,00
2	26,50	26,00	26,50	79,00	26,33
3	26,50	26,50	26,50	79,50	26,50
4	25,00	25,00	25,00	75,00	25,00
5	27,00	26,50	25,00	78,50	26,17

6	25,00	25,00	25,00	75,00	25,00
7	26,50	25,00	25,00	76,50	25,50
8	26,50	25,00	25,50	77,00	25,67
SUMA TRAT	210	205,50	203,50	618,50	
MEDIA	26,188	25,688	25,438	77,31	25,77

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. cal	Pr > F
Total	23	13.48958333			
Tratamientos	2	2.33333333	1.16666667	2.20	0.1361 ns
Error Experimental	21	11.15625000	0.53125000		
Coeficiente de variación			Media general		
2.828271 %			25.77083		

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY (α 0.05)

Tukey	Medias	Repeticiones	Tratamientos
A	26.1875	8	T0

A	25.6875	8	T33
A	25.43.75	8	T66

ANEXO 02 PESO FINAL EN (KG) DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

REPET	TRATAMIENTOS			SUMA REP	MEDIA REP
	0	33%	66%		
1	72,50	73,00	71,00	216,50	72,17
2	75,50	79,50	76,50	231,50	77,17
3	72,00	74,50	72,00	218,50	72,83
4	72,00	71,00	65,00	208,00	69,33
5	70,00	68,00	67,00	205,00	68,33
6	66,50	66,00	67,50	200,00	66,67

7	62,00	59,00	69,00	190,00	63,33
8	69,50	63,00	66,00	198,50	66,17
SUMA TRAT	560	554,00	554,00	1668,00	
MEDIA	70,000	69,250	69,250	208,50	69,50

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. cal	Pr > F
Total	23	530.000000			
Tratamientos	2	3.000000	1.50000000	0.06	0.9421 ns
Error Experimental	21	527.000000	25.0952381		
Coeficiente de variación				Media	
2.68935 %				69.5000	

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY (α 0.05)

Tukey	Medias	Repeticiones	Tratamientos
A	70.000	8	T0

A	69.250	8	T33
A	69.250	8	T66

**ANEXO 03 GANANCIA DE PESO TOTAL EN (KG) DE CERDOS
SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA
TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

REPET	TRATAMIENTOS			SUMA REP	MEDIA REP
	0	33%	66%		
1	46	46,5	46,00	138,50	46,17
2	49	53,5	50,00	152,50	50,83
3	45,5	48	45,50	139,00	46,33
4	47	46	40,00	133,00	44,33
5	43	41,5	42,00	126,50	42,17
6	41,5	41	42,50	125,00	41,67
7	35,5	34	44,00	113,50	37,83
8	43	38	40,50	121,50	40,50
SUMA TRAT	351	348,50	350,50	1049,50	
MEDIA	43,813	43,563	43,813	131,19	43,73

3. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. cal	Pr > F
Total	23	463.4895833			
Tratamientos	2	0.3333333	0.16666667	0.01	0.9925 ns
Error Experimental	21	463.1562500	22.0550595		
Coeficiente de variación				Media	
3.2773113 %				43.72917	

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY (α 0.05)

Tukey	Medias	Repeticiones	Tratamientos
A	43.813	8	T0
A	43.563	8	T33
A	43.813	8	T66

ANEXO 04 GANANCIA DE PESO DIARIA EN (g) DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

REPET	TRATAMIENTOS			SUMA REP	MEDIA REP
	0	33%	66%		

1	821	830	821,43	2473,21	824,40
2	875	955	892,86	2723,21	907,74
3	813	857	812,50	2482,14	827,38
4	839	821	714,29	2375,00	791,67
5	768	741	750,00	2258,93	752,98
6	741	732	758,93	2232,14	744,05
7	634	607	785,71	2026,79	675,60
8	768	679	723,21	2169,64	723,21
SUMA TRAT	6259	6223,21	6258,93	18741,07	
MEDIA	782,366	777,902	782,366	2342,63	780,88

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. cal	Pr > F
Total	23	147799.7971			
Tratamientos	2	106.3563083	53.1781542	0.01	0.9925 ns
Error Experimental	21	147693.4408	7033.0210		
Coeficiente de variación				Media	
3.27713 %				780.8783	

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY (α 0.05)

Tukey	Medias	Repeticiones	Tratamientos
A	782.37	8	T0
A	777.90	8	T33
A	782.37	8	T66

ANEXO 05 CONVERSIÓN ALIMENTICIA MS DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

	TRATAMIENTOS				
	0	33%	66%		
REPET				SUMA REP	MEDIA REP
1	2,0	2,0	2,0	5,91	1,97
2	1,9	1,7	1,8	5,37	1,79

3	2,0	1,9	2,0	5,89	1,96
4	1,9	2,0	2,3	6,18	2,06
5	2,1	2,2	2,2	6,47	2,16
6	2,2	2,2	2,1	6,55	2,18
7	2,6	2,7	2,1	7,30	2,43
8	2,1	2,4	2,2	6,75	2,25
SUMA TRAT	17	17,00	16,68	50,42	
MEDIA	2,093	2,125	2,085	6,30	2,10

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. cal	Pr > F
Total	23	1.16069583			
Tratamientos	2	0.00675833	0.00337917	0.06	0.9405 ns
Error Experimental	21	1.15393750	0.05494940		
Coeficiente de variación				Media	
3.340 %				2.100417	

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY (α 0.05)

Tukey	Medias	Repeticiones	Tratamientos
A	2.0925	8	T0
A	2.1238	8	T33
A	2.0850	8	T66

ANEXO 06 CONVERSIÓN ALIMENTICIA PB DE CERDOS SOMETIDOS A LA UTILIZACIÓN DE LEVADURA TÓRULA EN LA FASE DE CRECIMIENTO

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

	TRATAMIENTOS			SUMA REP	MEDIA REP
	0	33%	66%		
REPET					
1	0,4	0,4	0,4	1,11	0,37

2	0,3	0,3	0,3	1,01	0,34
3	0,4	0,4	0,4	1,10	0,37
4	0,4	0,4	0,4	1,16	0,39
5	0,4	0,4	0,4	1,21	0,40
6	0,4	0,4	0,4	1,23	0,41
7	0,5	0,5	0,4	1,37	0,46
8	0,4	0,4	0,4	1,27	0,42
SUMA TRAT	3	3,19	3,13	9,46	
MEDIA	0,393	0,398	0,391	1,18	0,39

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G. L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. cal	Pr > F
Total	23	0.02996250			
Tratamientos	2	0.00010000	0.00005000	0.04	0.9655 ns
Error Experimental	21	0.02986250	0.00142202		
Coeficiente de variación				Media	
3.3479 %				0.336250	

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY (α 0.05)

Tukey	Medias	Repeticiones	Tratamientos
A	0.33625	8	T0
A	0.33875	8	T33
A	0.33375	8	T66